

# Tallos cortos en artroplastias de cadera

Federico J. Burgo, Diego E. Mengelle

*Servicio de Ortopedia y Traumatología. Sector Cadera. Hospital Universitario Austral*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concepto de preservación, tanto de las partes blandas mediante las vías de acceso quirúrgicas, como del capital óseo a través de los implantes, constituye el objetivo principal de desarrollo en cirugía de reemplazo total de cadera.

La idea de tallos que conserven el cuello femoral y que generen una mejor distribución de cargas en el sector proximal no es nueva. Desde hace cuarenta años Morrey, Freeman, Townley, Witheside y Pipino comenzaron desarrollando distintos diseños con una idea directriz, la preservación ósea.<sup>1-5</sup>

El fracaso clínico de varios modelos de artroplastias de superficie mas las reacciones adversas provocadas por la superficie metal-metal posiblemente dieron un nuevo impulso a esta vieja idea.

Existen en la actualidad, una multiplicidad de diseños muy diferentes entre ellos autodenominados tallos cortos. Aunque se han propuesto algunas clasificaciones, estas denominaciones, muchas veces arbitrarias, son la consecuencia directa de la falta de consenso acerca de la definición precisa del concepto de "tallo corto".

La diversidad de modelos implica diversidad de resultados y de complicaciones. Por esta razón, el análisis comparativo no puede realizarse si no es clasificando primero las distintas variedades en grupos con iguales características.<sup>6,7</sup>

Si bien hoy la publicación de resultados es insuficiente en cuanto a cantidad y calidad de estudios para sacar conclusiones definitivas en relación a su ventajas con relación a los tallos estándar, existen tendencias que marcan superioridad de unos diseños con respecto de otros.

Es importante reconocer que Europa se encuentra a la cabeza en relación a los Estados Unidos en cuanto a experiencia clínica con mayor cantidad de diseños y seguimiento temprano y a mediano plazo, y es allí en donde hasta el momento encontraremos más y mejor información.<sup>4,5,8,9</sup>

La siguiente revisión bibliográfica tiene por objetivo describir la clasificación mas utilizada, actualizar los resultados clínicos y complicaciones hallados en la literatura de los diseños mas utilizados hasta el momento, y por

último describir la experiencia personal con un tipo específico de tallo corto.

### Clasificación de los tallos cortos

Los tallos femorales actuales han sido clasificados por Gullow y col. de acuerdo a sus sistemas de fijación en 4 grandes grupos,

1. prótesis de superficie con fijación en la epífisis,
2. de preservación de todo el cuello con anclaje en la metafisis,
3. de preservación parcial del cuello con anclaje en la metafisis y en menor proporción en la diáfisis, y
4. tallos convencionales con anclaje largo en la diáfisis y también de fijación metafisaria.<sup>1,12</sup>

Aún no hay una definición clara y aceptada de tallo corto, que características debe tener el implante y hasta donde debe extenderse para preservar capital óseo metafisario o diafisario. Por lo tanto existen determinados modelos propuestos como tallos cortos, pero que dependiendo del parámetro de extensión distal que se tome y el grado de preservación ósea, podrían ser estándar, cortos o inclusive "intermedios".<sup>34</sup>

Feyen y Shimmin propusieron una clasificación basada en el nivel de resección femoral (osteotomía del cuello) y fijación del implante. La tipo I se refiere a prótesis de superficie, la II son tallos con conservación parcial de la cabeza y cuello, el tipo III se refiere a tallos cortos, el IV a tallos tradicionales y el V a tallos con fijación diafisaria. Se puede observar que la distinción en el tipo I, II y V es sencilla e intuitiva mientras que la diferencia entre la tipo III y IV se baso en una medida de longitud arbitraria que no ha sido validada por los autores.<sup>26</sup>

Es claro que la altura de la osteotomía va a determinar el tipo de fijación y por lo tanto el comportamiento biomecánico, razón por la cual dicho parámetro debe ser un elemento de caracterización fundamental de los tallos cortos para poder clasificarlos y comparar correctamente su funcionamiento y sobrevida.

De esta forma, Van Oldernrjk propuso tres categorías, de preservación total de la columna cervical, corresponde a tallos ultra-cortos cilíndricos con anclaje completo en el cuello femoral, de preservación parcial del cuello, son tallos curvos y con preservación del trocánter mayor pero

no del cuello.<sup>1</sup>

Han surgido también diseños recientes derivados de tallos convencionales rectos, los cuáles presentan un acortamiento en su longitud pero que en alguna medida continúan invadiendo el trocánter mayor interrumpiendo de esta manera la circunferencia del cuello. Estos diseños utilizan como elemento iniciador un osteótomo tipo “cajón” al igual que los tallos convencionales rectos. También utilizan el llenado metafisario como método de fijación. Estos tallos convencionales acortados como Taperloc Microplasty [Biomet, Warsaw, Indiana] o CLS Brevius [Zimmer, Warsaw, Indiana] han sido introducidos como una cuarta categoría más de tallos cortos que invaden el trocánter mayor pero con un comportamiento biomecánico y una preservación inicial del capital óseo diferente a los de conservación total o parcial de la columna cervical.<sup>30</sup>

En esta última categoría si bien los tallos han sido una evolución más corta de sus contrapartes convencionales, la definición de tallo corto tampoco es clara ya que la distancia de acortamiento necesaria para alcanzar la categoría de tallo corto no ha sido validada en ningún estudio. Un ejemplo de esto último es el tallo CFP (Waldemar Link, Hamburg, Germany) que es considerado corto pero que en términos de su longitud es similar a otros tallos denominados convencionales.<sup>13</sup>

## RESULTADOS

Para establecer la tasa de revisión de los tallos cortos Von Oldernijk y col. realizaron una revisión sistemática incluyendo las 3 categorías de tallos, 1 de conservación total del cuello, 2 de conservación parcial y 3, de preservación del trocánter mayor, incluyendo en esta última categoría a tallos cónicos acortados, considerados de invasión del trocánter mayor.<sup>1</sup>

El estudio incluyó 49 estudios clínicos con 19 tipos diferentes de tallos en 6495 pacientes. La mayoría de los estudios fueron observacionales (nivel de evidencia 4), tres tuvieron nivel de evidencia dos y dos fueron ensayos clínicos aleatorizados con nivel de evidencia 1.<sup>1,26</sup>

Para establecer resultados en relación a tasa de revisión se utilizó como parámetro el establecido por el National Institute of Clinical Excellence (NICE) que establece una tasa de revisión de 10% o menos a 10 años de seguimiento (Dillon 2013). De esta forma un valor igual o menor a uno es necesario para alcanzar el punto de referencia de NICE.<sup>6-8</sup>

Fueron analizados siete estudios con tallos de conservación total de la columna cervical, incluyendo 3 tallos diferentes en 540 pacientes con un promedio de seguimiento de 4,4 años.

CUT (ESKA Implants AG, Lubeck), Mk. II (GOT) y el

Spiron (K-Implant GmbH, Garbsen, Germany) los últimos dos con un tamaño poblacional escaso (20 y 34 pacientes) y un seguimiento a corto plazo (dos años).

Aunque el tamaño muestral y el seguimiento fueron escasos con el tallo GOT, el estudio fue un ensayo clínico aleatorizado en el que no se reportaron revisiones del tallo comparado con el tallo cementado Spectron (Smith and Nephew, London, UK).

La tasa de sobrevida entre estudios para el tallo CUT tuvo diferencias significativas. Tres de cinco estudios reportaron tasas de sobrevida menores a 90% a 10 años y en un estudio con 82 pacientes la tasa fue de 62% a 6 años.

Ambos tallos CUT y Spiron evidenciaron una tasa de revisión mayor a 1, es decir mas alta que la esperada según el índice de NICE.<sup>14-16</sup>

Veinticuatro estudios correspondieron a tallos curvos con conservación parcial de la columna, en esta categoría se incluyeron 8 tipos diferentes de tallos en 2357 pacientes con un promedio de seguimiento de 4 años (0,5 a 15) años.

El tallo CFP (Waldemar Link GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany) tuvo el mayor tiempo de seguimiento reportado, 5.1 (3.0–11) años en 9 estudios, mientras que el Optimys (Mathys Medical, Bettlach, Switzerland) tuvo el seguimiento mas corto, con 5 años en una serie de casos.

Para los tallos CFP, Nanos (Smith and Nephew, London, UK), COLLO-MIS (Lima, Udine, Italy), y MiniHip (Corin, Cirencester, UK) a tasa de revisión fue menor a la esperada de acuerdo a el punto de referencia NICE, 0.64 (IC: 0.60–0.68). La sobrevida reportada con el tallo Metha (B. Braun, Melsungen, Germany) tuvo grandes variaciones habiendo estudios con tasas de sobrevida por encima de la referencia y otros por debajo. La tasa de revisión por 100 componentes observados para los siete estudios combinados fue de 1.2 (IC: 1.1–1.4).<sup>17-20,22,27,35-37</sup>

Tallos de preservación del trocánter mayor. Fueron encontrados 20 estudios con 8 tallos diferentes en 3628 pacientes. El promedio de seguimiento fue 3.4 años. El Profile y el Profile HA fueron los que tuvieron mayor seguimiento, 12 años en el mismo estudio (Hallan y col. 2006). El resultado fue aceptable pero la población fue de solo 25 pacientes. Con el tallo de Mayo (Zimmer) se analizaron 10 estudios con 1853 pacientes y un seguimiento promedio de 5 años. La mayoría de los estudios fueron serie de casos con variaciones en cuanto a resultados. Las series mas largas tuvieron una tasa de sobrevida superior a la marca, un promedio de revisión de 0,8 por 100 casos observados a 10 años.<sup>23-26,32</sup>

El tallos Aida (Implantcast, Buxtehude, Germany) fue el único del grupo de preservación del trocánter con una sobrevida por debajo de la marca, en 35 caderas con un seguimiento promedio de 15 meses.<sup>1,36</sup>

Todo el resto correspondiente a este grupo de tallos cor-

tos tuvo una sobrevida excelente con una tasa de revisión menor a la marca del cada 100 casos observados.

En relación a los tallos de invasión del trocánter mayor la literatura es escasa.<sup>39</sup>

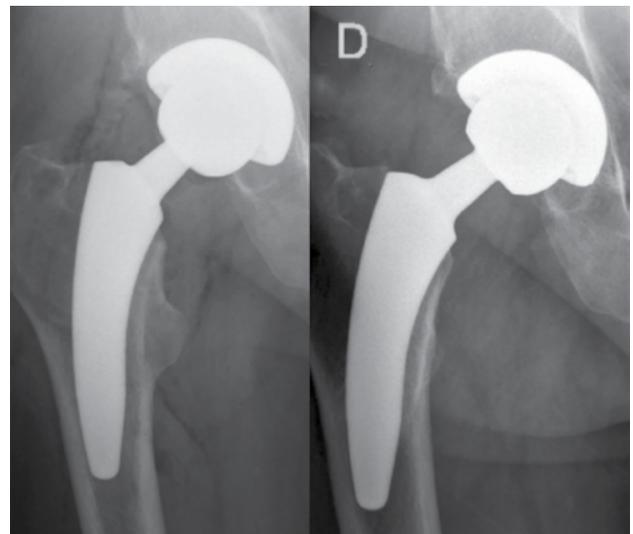
Su comportamiento biomecánico es similar a un tallo estándar por lo que su comportamiento clínico debiera ser también similar. El acortamiento en su longitud con respecto a uno estándar y la ocupación y fijación completa en el sector metafisario deberían ser factores que limiten la osteoporosis por desuso en el calcar (stress shielding) observada con algunos diseños de tallos estándar, sin embargo en un estudio prospectivo randomizado no se observaron diferencias en la pérdida ósea proximal a 24 meses comparando tallos estándar con su versión corta.<sup>30</sup>

Si bien estos tallos más cortos invaden el trocánter mayor al igual que uno estándar, su atractivo radica en la posibilidad de realizar vías de abordaje mínimamente invasivas preservando partes blandas por poseer rasps femorales más cortas. En un estudio de Molli y col. en el que se compararon resultados de tallos Taperloc estándar vs. Micro plasty implantados con vías mínimamente invasivas, se observó que en los 269 pacientes que recibieron la versión corta del tallo estándar las complicaciones intraoperatorias fueron significativamente menores.<sup>30</sup>

### Experiencia en el Hospital Universitario Austral

Se han realizado 122 cirugías en 120 pacientes utilizando tallos Minihip (Corin, Cirencester, UK), con un seguimiento promedio de 29 meses (10-48) (fig. 1). El diagnóstico fue artrosis primaria y secundaria a fractura, displasia, enf. De Perthes y necrosis aséptica. El tiempo promedio de cirugía fue similar a otros tallos no cementados, 77 minutos. La sobrevida considerando aflojamiento aséptico ha sido 100% a 2.2 años. La sobrevida tomando como punto final revisión ha sido 99,3%. Se produjo una infección aguda en un paciente de 36 años diabético insulino-dependiente producida por un germen estafilococo a. coagulasa negativo, diagnosticada y tratada a los 19 días. Se realizó una revisión en dos tiempos. En el primer tiempo el tallo se encontraba osteointegrado y fue retirado con facilidad con escoplos laminares. En el segundo tiempo se utilizó como reconstrucción definitiva un tallo estándar pulido cónico cementado suplementado con atb (fig. 2).

La incidencia de complicaciones intra-operatorias fue 1,6% y ocurrieron en los primeros 60 casos. Se produjo una falsa vía en un paciente en el que previamente se había realizado una perforación lateral a través del trocánter mayor y el cuello hasta la cabeza femoral por una necrosis ósea avascular.



**Figura 1:** A) Control postoperatorio con tallo corto de conservación parcial de la columna. B) Evolución radiológica a 3 años. Se observa una imagen compatible con aumento de la densidad ósea de la cortical del calcar y una disminución a nivel del trocánter mayor.

### Tallos cortos

La falsa vía coincidió con la perforación descrita y fue detectada en la rx postoperatoria en la sala de recuperación y solucionada en el momento con la implantación de un tallo estándar (fig. 3).

La incidencia de complicaciones fue 1,6%.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta claro que la definición de tallos cortos no es, ni será simplemente explicada por el largo del tallo, creemos que su fundamento reside en la capacidad de ahorrar capital óseo en una revisión futura, mediante la implantación de un tallo estándar y no uno largo denominado de "revisión".

Es cierto que la comprobación clínica de las ventajas en la sobrevida y la preservación del capital óseo con respecto a tallos estándar solo podrá obtenerse en el futuro con estudios comparativos a largo plazo. Sin embargo, en pruebas in-vitro utilizando tallos cónicos de media columna se ha observado que la conservación de hueso es mayor que con tallos cónicos planos estándar durante la implantación.

Aunque existen estudios preliminares que han demostrado que los diseños de tallos cortos de preservación completa de la columna presentan una reproducción satisfactoria de la biomecánica articular, es evidente que los peores resultados en tallos cortos corresponden a este grupo.

Un estudio con seguimiento a mediano plazo demostró una tendencia a la valgización con disminución del off-set, signos de radiolucencias periprotésicas, atrofia del calcar como expresión de aflojamiento y osteoporosis por desuso proximal, con una tasa de falla inaceptable



Figura 2: A) Rx de frente de postoperatorio de RTC con Tallo corto Minihip (Corin Cironcester) de 3 semanas de evolución. B) Rx. frente de postoperatorio de primer tiempo de revisión por infección periprotésica de cadera derecha. Espaciador funcional. C) Rx frente de postoperatorio de segundo tiempo de revisión por infección periprotésica. Revisión con tallo y cotilo estándar.

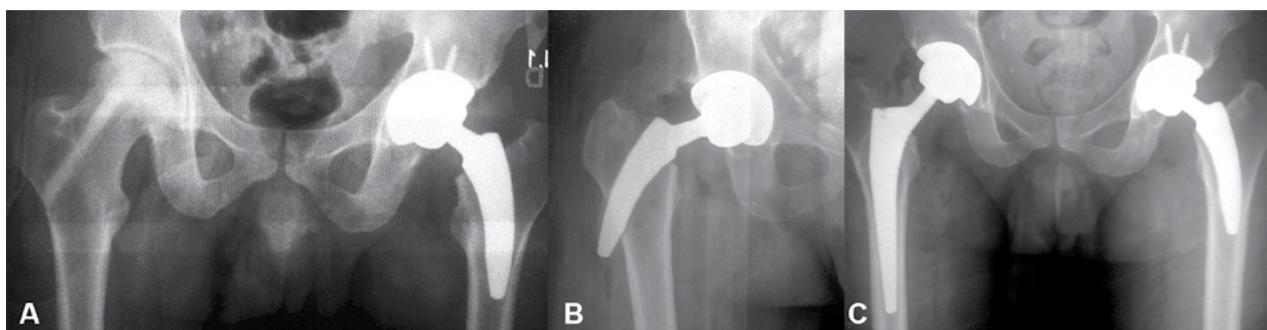


Figura 3: A) Rx frente preoperatoria. Se observa en la cadera derecha signos de artrosis secundaria a necrosis aséptica y trayecto de perforación realizado durante cirugía de conservación relleno con fosfato de calcio. B) Imagen radiológica postoperatoria inmediata de eemplazo total de cadera con Minihip (Corin Cironcester). Se observa extrusión del tallo femoral a través de la cortical lateral. C) Revisión a tallo no cementado estándar.

de cerca del 50% a 8 años. Otra causa de falla podría estar relacionada con la mayor demanda técnica en la implantación con una tendencia mayor a las fracturas intraoperatorias y las posiciones sub-óptimas.<sup>9,21</sup>

En cuanto a los resultados con los tallos de preservación parcial de la columna y conservación del trocánter, se puede observar que la sobrevida en ambos grupos en general es muy buena. En cuanto a la reproducción de las condiciones biomecánicas se ha observado que la conservación parcial del cuello produce un aumento en el off-set horizontal, hecho que dentro de un límite puede estar asociado a un aumento en la fuerza del aparato abductor, pero que con un incremento exagerado podría causar bursitis postoperatoria e incluso aumento de la tasa de fallas. En ambos grupos, la tasa de revisión por 100 componentes/años es menor a 1. En el caso del tallo Metha también cumpliría con la marca NICE si se excluyen las fracturas del cuello modular (9 casos reportados por Wittenberg y col. con un promedio de 4.9 años de seguimiento).<sup>28</sup>

Estas fallas propias del mecanismo de adaptación modular del cuello han sido ocasionada por fracturas por fatiga. En los cuellos de aleación de titanio se han evidenciado fisuras surgidas en la superficie del metal producto

de la corrosión por fricción aparentemente producidas por micro-movimiento en la conexión cónica del cuello. Los fabricantes han reemplazados los cuellos de titanio por adaptadores de cromo-cobalto obteniendo una reducción significativa en los micro-movimientos en tests mecánicos.<sup>29,38</sup>

La clave en la definición del cuarto tipo de tallos cortos esta en la interrupción de la circunferencia del cuello con el avance del tallo dentro del sector lateral del trocánter mayor. El atractivo de estos tallos cortos no es tanto su comportamiento biomecánico sumado a una hipotética capacidad de ahorrar hueso sino la posibilidad de preservar las partes blandas realizando mini vías de acceso.<sup>30</sup>

En conclusión los tallos cortos, en particular aquellos en los que la preservación ósea no ha sido llevada al extremo como ocurre con los de conservación total del cuello, han demostrado hasta el momento ser confiables en cuanto a la sobrevida del implante. Aún cuando los estudios de densitometría han demostrado menor estimulación del sector óseo proximal (especialmente en el trocánter mayor) que la esperada, la mayoría de estos tallos podrían ser revisados con un tallo estándar, cumpliendo de esa forma su principal objetivo, la preservación del capital óseo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Van Oldenrijk J, Molleman J, Klaver M, Poolmann RW, Haverkamp D. Revision rate after short-stem total hip arthroplasty: a systematic review of 49 clinical studies. *Acta Orthop*. 2014; 85(3):250-258.
2. Pipino F, Calderale PM. Biodynamic total hip prostheses. *Ital J Orthop Traumatol* 1987; 13(3):289-297.
3. Pipino F, Molfetta L. Femoral neck preservation in total hip replacement. *Ital J Orthop Traumatol*. 1993; 19(1):5-12.
4. Morrey BF. Short stemmed uncemented femoral component for primary hip arthroplasty. *Clin Orthop*. 1989; 249:169-175.
5. Morrey BF, Adams R, Kessler M. A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty: a prospective study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000; 82(7):952-958.
6. Dillon A. Hip Disease-Replacement Prostheses (TA2): Technology Appraisal. Manchester, UK: National Institute for Health and Clinical Excellence Level; 2000.
7. Labek G. Final report of EFORT-EAR's QoLA project on the quality of publications regarding the outcome of revision rate after arthroplasty. Paper presented at: Effort Congress; June 1-4, 2011; Copenhagen, Denmark.
8. Labek G, Thaler M, Janda W, Agreiter M, Stockl B. Revision rates after total joint replacement: cumulative results from worldwide joint register datasets. *J Bone Joint Surg Br*. 2011; 93(3):293-297.
9. Carlsson LV, Albrektsson T, Albrektsson BE, et al. Stepwise introduction of a bone-conserving osteointegrated hip arthroplasty using RSA and a randomized study, II: Clinical proof of concepts—40 patient followed for 2 years. *Acta Orthop*. 2006; 77(4):559-566.
10. Thomas W, Lucente L, Mantegna N, Grundei H. ESKA (CUT) endoprosthesis [in German]. *Orthopade*. 2004; 33(11):1243-1248.
11. Ender SA, Machner A, Pap G, Hubbe J, Grasshof H, Neumann HW. Cement-less CUT femoral neck prosthesis: increased rate of aseptic loosening after 5 years. *Acta Orthop*. 2007; 78(5):616-621.
12. Gulow J, Scholz R, Freiherr von Salis-Soglio G. Short-stemmed endoprotheses in total hip arthroplasty. *Orthopade* 2007; 36 (4): 353-9.
13. Feyen H, Shimmin AJ. Is the length of the femoral component important in primary total hip replacement? *Bone Joint J*. 2014; 96-B(4):442-448.
14. Ishaque BA, Donle E, Gils J, Wienbeck S, Basad E, Stürz H. Eight-year results of the femoral neck prosthesis ESKACUT [in German]. *Z Orthop Unfall*. 2009; n147(2):158-165.
15. Steens W, Skripitz R, Schneeberger AG, Petzing I, Simon U, Goetze C. [Cementless femoral neck prosthesis CUT—clinical and radiological results after 5 years]. *Z Orthop Unfall*. 2010; 148(4):413-419.
16. Lueder A, Häring E, Müller A, Droste P, Zeichen J. Total hip arthroplasty with the cementless Spiron femoral neck prosthesis [in German]. *Oper Orthop Traumatol*. 2013; 25(4):388-397.
17. Kendoff DO, Citak M, Egidy CC, O'Loughlin PF, Gehrke T. Eleven-year results of the anatomic coated CFP stem in primary total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013; 28(6):1047-1051.
18. Hutt J, Harb Z, Gill I, Kashif F, Miller J, Dodd M. Ten year results of the collum femoris preserving total hip replacement: a prospective cohort study of seventy five patients. *Int Orthop*. 2014; 38(5):917-922.
19. Gill IR, Gill K, Jayasekera N, Miller J. Medium term results of the collum femoris preserving hydroxyapatite coated total hip replacement. *Hip Int*. 2008; 18:75-80.
20. Briem D, Schneider M, Bogner N, et al. Mid-term results of 155 patients treated with a collum femoris preserving (CFP) short stem prosthesis. *Int Orthop*. 2011; 35(5):655-660.
21. Kress AM, Schmidt R, Nowak TE, et al. Stress-related femoral cortical and cancellous bone density loss after collum femoris preserving uncemented total hip arthroplasty: a prospective 7-year followup with quantitative computed tomography. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012; 132(8):1111-1119.
22. Nowak M, Nowak TE, Schmidt R, Forst R, Kress AM, Mueller LA. Prospective study of a cementless total hip arthroplasty with a collum femoris preserving stem and a trabeculae oriented pressfit cup: minimum 6-year follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011; 131(4):549-555.
23. Morrey BF, Adams R, Kessler M. A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty: a prospective study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000; 82(7):952-958.
24. Hagel A, Hein W, Wohlrab D. Experience with the Mayo conservative hip system. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2008; 75(4):288-292.
25. Goebel D, Schultz W. The Mayo cementless femoral component in active patients with osteoarthritis. *Hip Int*. 2009; 19(3):206-210.
26. Falez F, Casella F, Panegrossi G, Favetti F, Barresi C. Perspectives on metaphyseal conservative stems. *J Orthop Traumatol*. 2008; 9:49-54.
27. Ettinger M, Ettinger P, Lerch M, Radtke K, Budde S, Ezechieli M, et al. The Nanos short stem in total hip arthroplasty: a midterm follow-up. *Hip Int*. 2011; 21(5):583-586.
28. Wittenberg RH, Steffen R, Windhagen H, Bücking P, Wilcke A. Five-year results of a cementless short-hip-stem prosthesis. *Orthop Rev (Pavia)*. 2013; 5(1):e4.
29. Thorey F, Hofer C, Abdi-Tabari N, Lerch M, Budde S, Windhagen H. Clinical results of the Metha short hip stem: a perspective for younger patients? *Orthop Rev (Pavia)*. 2013; 5(4):e34.
30. Lombardi AV Jr, Berend KR, Adams JB. A short stem solution: through small portals. *Orthopedics*. 2009; 32(9).
31. Gustke K. Short stems for total hip arthroplasty: initial experience with the Fitmore stem. *J Bone Joint Surg Br*. 2012; 94(11)(Suppl A):47-51.
32. Grappiolo G, Astore F, Caldarella E, Cusmà Guatterri G, Mazziotta G, Massè A. Short stem GTS with trochanteric preservation: clinical and radiological preliminary results. *Ital J Orthop Traum*. 2011; 37(suppl 1): 9-22.
33. Morales de Cano JJ, Gordo C, Illobre JM. Early clinical results of a new conservative hip stem. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014; 24(3):359-363.
34. Jerosch J. Differences between short stem prostheses [in German]. *Orthopade*. 2014; 43(8):783-796.
35. Jerosch J. MiniHiP. In: Jerosch J, ed. *Kurzschäftendoprothesen: Wo liegen die Unterschiede*. Cologne, Germany: Deutscher Ärzte-Verlag; 2013:164-166.
36. Pfeil J, Siebert W, Grieshuber HM. Optimys. In: Jerosch J, ed. *Kurzschäftendoprothesen: Wo liegen die Unterschiede*. Cologne, Germany: Deutscher Ärzte-Verlag; 2013:23-40.
37. Krieger M. Collo-MIS. In: Jerosch J, ed. *Kurzschäftendoprothesen: Wo liegen die Unterschiede*. Cologne, Germany: Deutscher Ärzte-Verlag; 2013:134-138. 37.
38. Grupp TM, Weik T, Bloemer W, Knaebel P. Modular titanium alloy neck adapter failures in hip replacement—failure mode analysis and influence of implant material. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010; 11:3.
39. Ghera S, Pavan L. The DePuy Proxima hip: a short stem for total hip arthroplasty: early experience and technical considerations. *Hip Int*. 2009; 19(3):215-220.